

# CAPÍTULO 7

## CONCLUSIONES

Para finalizar la memoria exponemos a continuación las conclusiones generales del trabajo realizado en los últimos años y una breve pincelada sobre la futura investigación del autor.

### 7.1 Conclusiones generales

Como en cada capítulo se han ido exponiendo las propias conclusiones, según el trabajo realizado, aquí comentaremos únicamente las conclusiones generales más relevantes del análisis y la caracterización de la capa superficial atmosférica.

- El análisis estadístico realizado con los datos proporcionados por la torre meteorológica, desde 1995 hasta 1998, tiene un valor climatológico importante, ayudando a caracterizar el comportamiento medio de las variables de la capa superficial atmosférica. Además, la torre meteorológica y el Sodar Doppler, son los únicos instrumentos en Cataluña que suministraban, durante dicho periodo y de forma continua, información de la variación vertical de las principales variables meteorológicas. En particular, la torre meteorológica es un complemento esencial en la modelización de la dispersión de contaminantes. Así, el análisis estacional de las variables termodinámicas de la capa superficial atmosférica permite evaluar la capacidad dispersiva y, en consecuencia, la calidad del aire de la zona en estudio.
- La teoría de semejanza es una buena herramienta para obtener un perfil del viento y la temperatura en la capa superficial, especialmente en condiciones débilmente estables, neutras y convectivas. La validación del método experimentado remarca una buena aproximación en la capa superficial analizada y su universalidad. Los resultados obtenidos nos indican que el modelo empeora ligeramente con la altura y que se comporta mejor para la temperatura que para el viento.

Además, la experimentación realizada en SABLES-98 sugiere que el valor de la constante de von Karman es de 0.40 y el valor de  $\Phi_h$  en la neutralidad es de 0.95. Este experimento también suministró las constantes de los perfiles de flujo de calor y de momento. Nuestros resultados se comparan con los encontrados por otros autores como Zilitinkevich y Chalikov (1968), Businger et al. (1971) y Dyer (1974) apreciándose especial concordancia con Dyer (1974).

- El análisis de los datos de  $\sigma_v$  y  $\sigma_w$  recogidos sobre suelo llano en SABLES-98 han mostrado un patrón predecible en función de la estabilidad estática y la velocidad del viento. La parametrización de las componentes turbulentas es un método correcto para conseguir la aproximación de la energía cinética turbulenta en la capa superficial.

La información de nuestro estudio permite la estimación de los parámetros ( $\sigma_v/U$  y  $\sigma_w/U$ ), definidos como intensidad turbulenta, para utilizar en un modelo de dispersión de un penacho bajo un amplio rango de condiciones de viento y estabilidad. Los

procesos de estimación dependen de variables atmosféricas medidas fácilmente ( $U$ ,  $S$ ), mientras que otros modelos requieren el conocimiento de parámetros turbulentos de la capa fronteriza, tales como el flujo de calor sensible, la velocidad de fricción, la altura de la capa de mezcla, las componentes de la energía turbulenta o la altura de la capa de mezcla difíciles de determinar.

Del análisis comparativo de las componentes  $\sigma_v$  y  $\sigma_w$ , medidas y calculadas usando diferentes parametrizaciones, se puede concluir que la parametrización presentada estima favorablemente  $\sigma_v$  y  $\sigma_w$ , mientras que la parametrización de Hanna y Chang (1993) subestima en la estabilidad y sobreestima en la inestabilidad ligeramente. Entendemos que la razón de esta discrepancia se debe a la universalidad de la parametrización según los parámetros turbulentos frente a la localización de nuestro estudio.

- La caracterización de la capa superficial nocturna induce a pensar en la existencia de tres regímenes de estabilidad bien diferenciados: Un régimen débilmente estable, un régimen de estabilidad moderada y un régimen muy estable, siendo la intermitencia de la turbulencia más probable en las capas superficiales con estratificación muy estable. No se descarta, sin embargo, su existencia en el régimen débilmente estable.
- El estudio observacional del flujo de drenaje nocturno en superficies levemente inclinadas verifica que la corriente de drenaje se define mejor con cielo despejado y viento ligero, siendo su espesor de pocos metros.

Si el viento que fluye inmediatamente por encima del drenaje aumenta a valores mayores de 2 m/s la corriente llega a ser dinámicamente inestable y la corriente de drenaje se rompe. Sin embargo, el origen de esta aceleración del flujo parece que crea inestabilidad sobre una capa mucho más profunda, que se corresponde con el transporte vertical descendente de la varianza de velocidad. Esta inestabilidad mezcla el momento y el aire cálido descendente, en consecuencia la temperatura del aire en el barranco puede aumentar más de 6°C durante tales sucesos. La magnitud del calentamiento es suficiente para aumentar la temperatura del subsuelo y disminuir el flujo de calor ascendente en el subsuelo. Durante estos sucesos de mezcla, el número del gradiente de Richardson disminuye por debajo del valor crítico, mientras que  $\sigma_w$ , la escala de longitud  $l_B$  y las difusividades  $K_m$  y  $K_h$  aumentan en un orden de magnitud o más.

Estas corrientes de drenaje son difíciles de modelizar porque son muy delgadas y porque su rompimiento parece estar relacionado con inestabilidades que se originan a una escala mucho mayor que la del propio flujo de drenaje.

- La detección de las ondas de Kelvin-Helmholtz producidas por un *LLJ* en una capa estratificada estable para sensores de medida directa se ha realizado mediante los espectros clásicos de Fourier y el análisis wavelet. El análisis wavelet con Morlet detecta localmente mejor las estructuras coherentes que el análisis de Fourier.

- 
- Las inestabilidades de Kelvin-Helmholtz son un claro ejemplo de generación de turbulencia elevada que puede propagarse hasta la superficie, dando lugar a una capa fronteriza caracterizada por la estructura de *upside-down*. Localmente esta turbulencia puede llegar a la superficie generando intermitencia y dando lugar a la ruptura del viento de drenaje. En este caso, la teoría de semejanza y el concepto tradicional de capa fronteriza fallan.
  - Para continuar con el análisis de la capa superficial atmosférica es idóneo disponer de experimentos a escala internacional en diferentes ubicaciones del planeta. El ejemplo de CASES-99 con los resultados obtenidos nos reafirma en esta dirección.

## **7.2 Horizonte futuro**

Continuar con el estudio de la capa fronteriza en situaciones estables para conseguir una mejor caracterización e identificación de los procesos que en ella tienen lugar.

